



Bølgekræftteknologi

Strategi for forskning, udvikling og demonstration 2012

Kofoed, Jens Peter; Krogh, Jan; Nielsen, Kim; Jensen, Niels Ejnar Helstrup; Friis-Madsen, Erik; Mikkelsen, Britta Vang; Jensen, Andy

Publication date:
2012

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Kofoed, J. P., Krogh, J., Nielsen, K., Jensen, N. E. H., Friis-Madsen, E., Mikkelsen, B. V., & Jensen, A. (2012). Bølgekræftteknologi: Strategi for forskning, udvikling og demonstration 2012. Department of Civil Engineering, Aalborg University.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Bølgekraftteknologi.

Strategi for Forskning, Udvikling og Demonstration 2012



Partnerskabet for Bølgekraft



Styregruppe

Jens Peter Kofoed, Aalborg Universitet (projektleder)

Jan Krogh, Aalborg Universitet (projektovholder)

Kim Nielsen, Rambøll/Aalborg Universitet (hovedforfatter)

Niels Ejnar Helstrup Jensen, Energinet.dk

Erik Friis-Madsen, Bølgekraftforeningen

Britta Vang Mikkelsen, Hanstholm Havneforum

Andy Jensen, DanWEC (observatør)

Denne folder er et resume af følgende dokument:

K. Nielsen, J. Krogh, N. E. H. Jensen, J. P. Kofoed, E. Friis-Madsen, B. V. Mikkelsen, A. Jensen (2012). *Bølgekraftteknologi. Strategi for Forskning, Udvikling og Demonstration 2012*. Aalborg: Aalborg Universitet. Institut for Byggeri og Anlæg (DCE Technical Reports; 146).

Dokumentet er tilgængeligt for download: <http://goo.gl/uAawr>

Intro

Bølgeenergianlæg har potentiale til at kunne levere et væsentligt bidrag til fremtidens energiproduktion, og der arbejdes ihærdigt med udviklingen af mange forskellige typer bølgekraftanlæg rundt om i verden. Erfaringerne viser, at det er muligt at producere energi fra bølger, men også at der kræves en fortsat målrettet og langsigtet udviklingsindsats for at gøre prisen for den producerede strøm konkurrencedygtig.

Bølgekraftbranchen vil med 'Bølgekraftteknologi. Strategi for Forskning, Udvikling og Demonstration 2012' præsentere en strategi, som kan gøre bølgekraft placeret på større vanddybder langt fra land, mere rentabel end vindkraft. Udviklingen skal ske gennem et styrket og udbygget samarbejde om teknologiudviklingen og understøttet af forbedrede rammevilkår for bølgekraft.

Projektet er udviklet af Forskningsgruppen for Bølgeenergi under Institut for Byggeri og Anlæg ved Aalborg Universitet og Hanstholm Havneforum efter drøftelser med Energinet.dk, som et led i EUDP-projektet "Ny strategi for bølgekraft gennem industrielt partnerskab". EUDP's medfinansiering af projektet betyder ikke nødvendigvis, at strategien er et udtryk for Energistyrelsen/EUDP's synspunkter.

Styregruppen

Hvorfor bølgekraft?

I energiforliget 2012 er der til bølgeenergi specifikt afsat 25 mio. kr. til udvikling af bølgeenergiområdet som en del af regeringens plan mod en omstilling til et energisystem baseret 100 % på vedvarende energi.

Nogle af de mange fordele ved bølgekraft er:

- Bølgekraft produceres uden fossilt brændstof.
- Bølgekraftanlæg er lave strukturer, som placeret til havs ikke generer visuelt.
- Bølgekraft er mere forudsigelig og stabil i forhold til vind.
- Bølgekraft producerer mere energi placeret på dybere vand længere fra land.
- Bølgekraftanlæg kan have en kystbeskyttende virkning.

Bølgekraft kan grundet fordelene være medvirkende til at nedbringe omkostningerne for energiparker til havs og dermed også energiprisen som et samfund, baseret på 100 % vedvarende energi, må betale. Der er gode forudsætninger for at nå dette mål, bl.a.:

1. Vindkraft og bølgekraft kan deles om omkostningstunge offshore installationer, f.eks. platforme, fundamenter, transformere, elkabler, forbindelse og servicefaciliteter, og desuden vil en kombination øge udnyttelsesgraden af det tilgængelige havareal. Desuden vil placering af bølgeenergianlæg foran offshore vindmølleparker reducere bølgerne, hvilket kan lette servicering af vindmøllerne.
2. Bølgekraft vokser op og klinger af langsommere end vindkraft og energiproduktionen fra bølger er mere stabil. Kombination vil derfor give en mere udjævnet energiforsyning end for vind alene. Bølgekraftproduktion kan, afhængig af lokalitet, forudsiges 6-9 timer forud med en langt større nøjagtighed, end det er tilfældet for vind og er derfor billigere at integrere i det samlede el-system.

3. Der er begrænsede lavtvands områder til rådighed for store vindmølleparker, og placeringen på dybt vand betyder for vindkraft alene højere omkostninger uden en tilsvarende højere energiproduktion. For bølgekraft derimod betyder dybt vand typisk et større energipotential og energiproduktionen. Energiparker på dybt vand som kombinerer vind- og bølgekraft forventes i fremtiden at blive mere rentable end vindkraft alene.

Endelig er den danske bølgekraftbranche internationalt med helt fremme. Erfaringerne fra offshore vind og offshore industri genbruges i vid udstrækning, og et væsentligt mål for branchen er at skabe danske arbejdspladser samt eksportere teknologi og knowhow. Dette er allerede realiseret i det små. Det internationale udskillelsesløb mellem forskellige bølgekraftteknologier er ved at blive løbet i gang, og vil tage til de kommende år. Danmark står teknologisk meget stærkt, men for at fastholde teknologiuudviklingen i Danmark er det afgørende, at der f.eks. sikres de nødvendige rammebetingelser for at etablere de første demonstrationsanlæg i danske farvande.

Bølgekraftbranchen vil med denne strategi styrke og udbygge samarbejdet om udvikling af teknologien, og i fællesskab arbejde politisk for at forbedre rammevilkårene for bølgekraft.

Vision

Visionen for dansk udvikling af bølgekraftteknologi er, at danske industri- og erhvervsvirksomheder opnår kompetencer til afsætning af konkurrencedygtige bølgekraftteknologier både på det danske og det internationale marked. Udnyttelse af bølgekraften er forudsætningen for, at der i fremtiden kan bygges offshore energiparker på større havdybder. Udvikling af bølgekraftteknologi skal senest fra 2030 sikre mulighed for en omkostningseffektiv, bæredygtig elforsyning fra offshore energiparker i Danmark.

Danmark har i dag nogle af de bedst dokumenterede bølgekraftkoncepter i verden. Dette er opnået med relativt beskedne udviklingsmidler, idet udviklingen i Danmark typisk er foregået ved gradvist at opskalere og dokumentere anlæg, hvilket har minimeret de økonomiske og sikkerhedsmæssige risici. Samarbejdet mellem forskningsinstitutioner og udviklere om konkrete projekter har fastholdt et højt fagligt niveau.

Offshore vindmølleparker er et væsentligt element i fremtidens elforsyning. Offshore er dyrt, særligt når man af hensyn til natur og miljø må langt til havs, uden at der af den grund produceres mere energi. Bølgekraft er den eneste teknologi, der drager fordele af at blive placeret på dybt vand i store bølger langt fra land, og kan derfor blive forudsætningen for, at der kan anlægges omkostningseffektive kraftværker uden for de kystnære områder.

Fra 2030 forventes bølgekraft at kunne reducere de samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med at udbygge el-produktionskapaciteten offshore. For at nå dette mål, er der i en overgang behov for tillægstariffer, der gradvist udfases efter-

Partnerskabet for Bølgekraft

Bølgekraftteknologiudviklere og netværksorganisationer

Wavestar
Floating Power Plant
Wave Dragon
WavePlane
Dexawave
CrestWing WaveEnergyFyn
Leancon Wave Energy
Resen Energy
Rolling cylinder
WavePiston
Weptos

Offentlige myndigheder og energiselskaber

Energinet.dk
DONG Energy A/S

Universiteter, Godkendt Teknologisk Serviceinstitutter(GTS) og testcentre

Aalborg Universitet
DHI
DanWEC

Bølgekraftforeningen

Alliancen for Grøn Offshore Energi
Esbjerg Erhvervsudvikling
Lindø Offshore Renewable Center (LORC)
Hanstholm Havneforum
Offshore Center Danmark

Rådgivere og service

Rambøll
Innovayt
Sandroos, advokatfirma

**Bølgekrafts gennemsnitlige FUD-investeringer af
offentlige støttemidler per år, herunder tillægstariffer**

		Feed-in Tarif kr/kWh		
År	Aktivitet	Samlet Tarif	Mertarif*	
2012 -	FUD Tilskud til prioriterede F&U-projekter, samt generel forskning og udviklingsstøtte			
2012 - 2020	"ForskVE"-model Ydelsesbetinget støtte (ForskVE-modellen), baseret på maskinens ydelse i forhold til bølgerne, ikke kWh			
2013 - 2020	Design og etableringsstøtte Tilskud til design og fremstilling af demonstrationsanlæg. Støttensammenkædes med tillægstariffen til demonstrationsanlæg			
2015 - 2025	Demo-anlæg 2- 5 MW Ekstra feed-in tarif til 7000 MWh/år til de første demonstrationsanlæg, sikret i en periode på 10 år.	4,50	3,50	
2020 - 2030	Demo-parker 10-20 MW Ekstra feed-in tarif til de første små parker med en årlig elproduktion på ca. 30.000 MWh	3,00	2,00	
2025 - 2035	Større bølgekraftparker 30-60 MW Første større parker, produktion 100.000 MWh/år	1,50	0,50	
Efter 2030	Udbudte energiparker 500-1000 MW Udbud af større energiparker, hvor bølgekraft kommer til at bidrage med 1500 GWh årligt	0,90	-0,10	
Gennemsnitlige årlige investeringer mio. kr. pr år				
GWh produceret per år				

**i forhold til dagens havmøller. For større energiparker forventes prisen på energi at komme 10 øre under rene offshore vindmølleparker. Der forventes derfor en samfundsmæssig besparelse.*

	2015		2020	2025	2030	2035 og efter
			20 mio. kr. pr år			
	10 mio. kr. pr år					
	25 mio. kr. pr år					
		25 mio. kr. pr år				
			60 mio. kr. pr år			
				50 mio. kr. pr år		
					- 150 mio. kr. pr år	
	55	80	105	130	-80	-150
	0,1	6	36	130	1500	1500

Strategi og anbefalinger

Strategiens udviklingsplan i tabellen på forrige side viser en oversigt over de nødvendige investeringer for at opnå den forventede teknologiudvikling.

Målsætningen er at producere 1500 GWh/år til en reduceret pris på 0,10 kr/kWh i forhold til ren offshore vindkraft. Dette vil kræve en offentlig investering på ca. 1,5 milliard over de næste 20 år. Denne investering vil alene ved den reducerede el-produktionspris være tilbagebetalt på 10 år.

Den danske bølgekraftbranche er i dag nået til et punkt, hvor driftserfaring er afgørende for at udviklingen for alvor tager fart. Den videre udvikling af teknologi sker bedst ved en hurtig kommercialisering igennem tidsbegrænsede tillægstariffer, hvorigennem der sættes fokus på omkostninger, ydelse og driftsikkerhed. Desuden skal partnerskaber styrke samarbejde imellem forskningsmiljøer, udviklingsselskaber, industrivirksomheder samt aktører inden for markedet.

Det danske Partnerskab for Bølgekraft vil opfylde den overordnede vision igennem:

- At bølgekraft sidestilles med offshore vindkraft i forhold til nettilslutningsvilkår og afregningstarif, således at bølgekraft kan indgå på lige fod med vindenergi i udbud af offshore energiparker.
- At der som supplement til ovenstående indføres tidbegrænsede og produktionsbegrænsede tillægstariffer for bølgekraft, for herigennem at gennemføre en hurtig kommercialisering af bølgekraft og skabe fokus på omkostninger, ydelse og driftssikkerhed.
- At ForskVE-modellen, hvor støtten er betinget af, at projektet leverer en aftalt el-produktion afhængig af bølgeforskel, videreføres på relevante demonstrationsprojekter.
- At der sikres offentlig medfinansiering til etablering af demonstrationsanlæg af de mest lovende konkurrerende bølgekraftkoncepter inden 2016.
- At fokusere udviklingen igennem COE-beregninger (Cost Of Energy), og sandsynliggøre, at anlæggene på sigt kan fremstille elektricitet til en konkurrencedygtig pris for offshore vedvarende energi.
- At gennemføre en miljømæssig og samfundsmæssig vurdering af konkrete offshore lokaliseringmuligheder for bølgekraftværker i Danmark, hvor der samlet kan produceres mindst 1500 GWh om året.
- At Danmark fortsat er stærkt repræsenteret i internationalt samarbejde.

Prioriterede indsatsområder

Som baggrund for udarbejdelsen af strategien er der gennemført en række interviews med bølgekraftudviklere samt øvrige interessenter suppleret med en spørgeskemaundersøgelse. Formålet har været at få kortlagt og prioriteret en række fælles problemstillinger og udviklingsfelter på tværs af de enkelte bølgekraftprojekter og gerne med sideblik til mulige industrielle partnere uden for den lidt snævrere kreds af udviklere.

De udviklingsområder som Partnerskabet har prioriteret som områder, der med størst fordel kan udvikles i fællesskab, er følgende:

Emne og tidshorisont	Beskrivelse
<i>Forankringssystemer 2012-2015</i>	Et fælles udviklingsprojekt med henblik på at udvikle nye forankringsmetoder for flydende anlæg med øget sikkerhed og levetid og som kan udføres til reducerede udgifter.
<i>PTO-systemer 2014-2017</i>	Det handler om hele kæden fra overføring af energi fra bølgeabsorbere (gear, hydraulik etc.) til generator. Et samarbejde omkring at udvikle og afprøve den PTO og effektteknologi, der er mest hensigtsmæssig mht. de enkelte generatorer i en bølgekraftmaskine fra en maskine (AC/DC til AC-konverter på bølgemaskineniveau) til en "farm" af bølgemaskiner inkl. en transformerstation. Herunder vurdering af virkningsgrad, pris, vedligehold mm.

<i>El-transmission fra flydende anlæg til havbund 2013 - 2016</i>	Udviklingen og afprøvningen af en fleksibel elkabelforbindelse, som kan benyttes til at tilslutte en flydende bølgemaskine, der kan svaje omkring sit ankerpunkt til et fast punkt på havbunden. Det er en udfordring tæt knyttet til forankringsmetoden mht. anlæggets størrelse, vanddybden, bundforhold og havområdet.
<i>Materialer og komponenter (løbende)</i>	Der er behov for fælles udviklingsprojekter omkring afprøvning af nye materialer og komponenter på prototyper, således at erfaringer omkring holdbarhed, begroning, korrosion mm. fra afprøvning af et anlæg kunne komme et andet til gode.
<i>Placeringsmuligheder 2012-15</i>	Udarbejdelsen af en skitseplan for mulig fremtidig placering af bølgekraftanlæg i Danmark.
<i>Faciliteter til demoanlæg (løbende)</i>	DanWEC som GreenLab indgår i målsætningen for at reducere udgifterne til etablering af fuldskalaforsøg.

Styregruppen vil hermed gerne takke alle, der på positiv og engageret vis har deltaget i projektets gennemførelse, og ser frem til videreførelsen af partnerskabet som ramme for gennemførelsen af strategien.

Partnerskabets videreførelse

Med afslutning af EUDP-projektet "Ny strategi for bølgekraft gennem industrielt partnerskab" med udgangen af juni 2012, er opgaven og udfordringen at sikre, at Partnerskabet for Bølgekraft videreføres og konsolideres. Det er afgørende, at Partnerskabet løftes ud af og oven over diverse øvrige foreningsaktiviteter og netværksdannelser m.v. Derfor er nedenstående forslag skitseret:

Formål

Formålet for Partnerskabet for Bølgekraft er at arbejde for udvikling af bølgekraft gennem industrielle partnerskaber. Dette sker ved at arbejde for implementering af strategien, herunder at stimulere og medvirke til etablering af projekter og samarbejder i henhold til de prioriterede udviklings- og samarbejdsområder.

Partnerskabet bør endvidere løbende arbejde for, at der sker den størst mulige koordinering af diverse udadvendte aktiviteter for bølgekraftudvikling i form af fælles møder, konferencer m.v.

Deltagerkreds

Partnerskabet vil omfatte følgende interessentskabskredse:

- Bølgekraftudviklere og øvrige netværk
- Forskningsinstitutioner, Godkendte Teknologiske Serviceinstitutioner og testcentre
- Industri og specialiserede virksomheder
- Offentlige myndigheder og energiselskaber
- Relaterede servicefunktioner (fundraisere, rådgivere, advokater m.v.)

Styregruppe

Partnerskabet ledes af en styregruppe, der sammensættes med repræsentation i forhold til førnævnte deltagerkreds.

Som overgangsstyregruppe og med det formål at sikre videreførelsen af Partnerskabet indtræder styregruppen for partnerskabsprojektet fra 1. juli 2012 og virker indtil udgangen af 2012, hvor en nyvalgt styregruppe tager over.

Styregruppen vælges for en 2-årig periode og fastsætter selv sin forretningsorden.

Virke

Partnerskabet virker gennem partnerskabsmøder, der som udgangspunkt afholdes to gange årligt. Partnerskabet kan etablere en samarbejdsaftale med en af førnævnte interessenter med henblik på varetagelse af sekretariatsfunktionen for Partnerskabet.

Partnerskabet virker som udgangspunkt inden for rammerne af 2012-strategien, indtil denne afløses af en ny eller revideret strategi.

Kontakt info

Jan Krogh, Aalborg Universitet, jjkro@civil.aau.dk

Kim Nielsen, Rambøll/Aalborg Universitet, kin@ramboll.dk

Partnerskabet for Bølgekraft

